

Creación de ambientes virtuales de aprendizaje



Facultad de Educación

Especialización en Pedagogía
para la Docencia Universitaria

Ramiro Andrés Lara Rodríguez

CREACIÓN DE AMBIENTES VIRTUALES DE APRENDIZAJE

Lara Rodríguez, Ramiro Andrés

Creación de ambientes virtuales de aprendizaje / Ramiro Andrés Lara Rodríguez. 1a. ed. Bogotá:

Fundación Universitaria del Área Andina, 2012.

47 p.: il. col.

Incluye referencias bibliográficas (p.).

Incluye índice.

ISBN (e-book)

1. Teoría acerca del aprendizaje 2. La Complejidad 3. La Virtualidad 4. Definición de las condiciones para un entorno de aprendizaje

Fundación Universitaria del Área Andina (Bogotá).

Ramiro Andrés Lara Rodríguez

© Fundación Universitaria del Área Andina.

1da. Edición: 2012.

© Ramiro Andrés Lara Rodríguez. lara.randres@gmail.com

Todos los derechos reservados. Queda prohibida la reproducción total o parcial de esta obra y su tratamiento o transmisión por cualquier medio o método sin autorización escrita de la Fundación Universitaria del Área Andina y sus autores.

ISBN (e-book)

Editor: Centro de educación a distancia.

Corrección de estilo: Martha Lucía Peñalosa Barriga.

Coordinación de Publicaciones

Fundación Universitaria del Área Andina

Calle 71 No.13-21, Bogotá, D.C. Colombia.

Telf.: (57-1) 346 6600, Ext. 137.

E-mail: publicaciones@areandina.edu.co

<http://www.areandina.edu.co>

Diseño y diagramación:

Editorial Kimpres Ltda.

PBX: 413 6884

www.kimpres.com

Bogotá D.C. 2012

Contenido

1. TEORIAS A CERCA DEL APRENDIZAJE	4
2. LA COMPLEJIDAD	9
2.1 Teoría de Sistemas	9
2.2 Sistemas Lineales	10
2.3 Introducción a los sistemas complejos	11
2.3.1 Esquema	11
2.3.2. Emergencia	11
2.3.3 Ambiente	12
2.3.4 Orden y Caos	12
2.4 Características de un S.C.	12
2.4.1 Auto- Organización	12
2.4.2.Sinergia	13
2.4.3. Aprendizaje	13
2.4.4. Análisis de Sistemas Complejos	14
3. LA VIRTUALIDAD	14
3.1 El concepto de espacio	15
3.2 El concepto de tiempo	19
3.3 Narraciones de lo virtual	22
3.3.1 Redefiniciones - Dimensión virtual	22
3.3.2 Espacio Riemmaniano	23
3.3.3 Espacio Conector	23
3.3.4 Espacio de Observación	24
3.3.5 Realidad Virtual	24
3.3.6. Fundamentos de Vida Artificial	24
3.4 Mundos Virtuales como Mundos Sociales	28
3.5. El papel de los actores en una comunicación mediada por el ordenador	31

4. DEFINICIÓN DE LAS CONDICIONES PARA UN ENTORNO DE APRENDIZAJE	34
4.1. Gestión del aprendizaje por competencias	34
4.2. Los ambientes de aprendizaje y las comunidades de práctica	35
4.3 La Universidad Virtual	37
4.4. E- Learning	38
4.4. Desarrollo de ambientes virtuales de aprendizaje	40
5. REFERENCIAS	42

Introducción

El documento es una aproximación a los ambientes virtuales de aprendizaje buscando en primer lugar, entender los conceptos de espacio y tiempo. Estas dos representaciones contenidas en la teoría permitirán comprender las categorías que se entrelazan en un espacio virtual, situando sus definiciones y herramientas, enfatizando las condiciones para construir un ambiente virtual referente al aprendizaje. Si bien el documento enuncia los aspectos fundamentales que comprenden la virtualidad a nivel técnico, tiene la intención de dejar abierto el debate en torno a tres preguntas fundamentales que el lector debe ahondar: ¿Cuáles son las dimensiones sociales del espacio virtual a la luz de los cambios que este provoca en la noción del espacio tiempo?, ¿puede existir virtualidad sin herramientas técnicas mediadas por computadora? y ¿cuáles son los elementos esenciales para la elaboración de un ambiente virtual de aprendizaje?

El documento se compone de una sección que contextualiza conceptualmente el aprendizaje desde diversas corrientes teóricas. Una segunda sección menciona algunos conceptos técnicos alrededor de la construcción de realidades virtuales asumiendo como sustento los postulados del pensamiento complejo como teoría central en la comprensión de la virtualidad. Finalmente, se ofrecen los elementos necesarios para emprender la construcción de un ambiente virtual de aprendizaje a la luz de los contenidos mencionados anteriormente.

La cuestión fundamental que provocan estos cuestionamientos debe estar enmarcada en la imaginación, en la recreación de los mundos que pensamos como imposibles, aquellos que la *ficción* ha robado de la *realidad*.



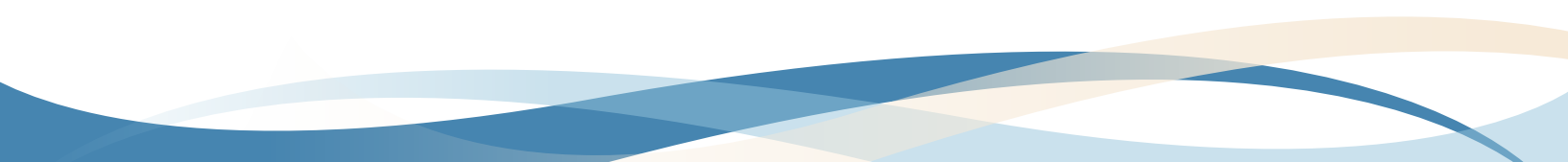
1. Teorías acerca del aprendizaje

El presente apartado presenta desde diferentes autores, la manera como surge el proceso de aprendizaje. Con base en diversas referencias de Internet (<http://agora.ucv.cl/manual/>) se da cuenta de los planteamientos de Watson, Pávlov, Piaget, Bandura y Skinner para posteriormente dar cuenta de las corrientes que se basan en la experiencia, la creatividad y la imaginación principalmente de Berger y Luckmann, Winnicott, Vigotsky y Montes.

Las investigaciones psicológicas acerca del aprendizaje se han centrado principalmente en entender el comportamiento, sus vicisitudes y variables, entre las cuales se pueden mencionar los ciclos de atención, la aprehensión de habilidades, los efectos de las recompensas y castigos, y la conducta. Algunas de las investigaciones se llevaron a cabo en medios naturales como la escuela, el hogar y otras instituciones como la cárcel, lo que condujo al desarrollo de terapias específicas y particulares. Diversas teorías nos ayudan a comprender, predecir, y controlar el comportamiento humano tratando de explicar cómo los sujetos acceden al conocimiento. Su objeto de estudio se centra en la adquisición de destrezas y habilidades, en el razonamiento y en la adquisición de conceptos.

Por ejemplo, la teoría del condicionamiento clásico de Pávlov explica cómo los estímulos simultáneos llegan a evocar respuestas semejantes. La teoría del condicionamiento instrumental u operante de Skinner describe cómo los refuerzos forman y mantienen un comportamiento determinado. Albert Bandura describe las condiciones en que se aprende a imitar modelos. La teoría Psicogenética de Piaget aborda la forma en que los sujetos construyen el conocimiento teniendo en cuenta el desarrollo cognitivo. La teoría del procesamiento de la información se emplea para comprender cómo se resuelven problemas utilizando analogías y metáforas.

Cuando se habla de conductismo aparece una referencia a palabras tales como “estímulo” “respuesta”, “refuerzo”, “aprendizaje”, que luego se amplía a la vida interior de un ser humano donde el entorno es como un conjunto de estímulos-respuesta, en una idea adaptativa del ambiente. El conductismo entonces enfatiza el comportamiento de los individuos en relación con el medio, mediante métodos experimentales acercándose a las herramientas de otras ciencias naturales como la física, la química o la biología. Por otro lado, enfatiza en las condiciones estimulantes y sus significados; cuestión que se remonta al pensamiento de Aristóteles,



quien realizó ensayos de “Memoria” enfocada en las asociaciones referidas a eventos de la naturaleza. Otros filósofos que siguieron las ideas de Aristóteles fueron Hobbs (1650), Hume (1740), Brown (1820), Bain (1855) y Ebbinghouse (1885), Black (1995).

Pavlov acuñó el concepto de condicionamiento clásico a partir de su trabajo experimental con perros. Watson toma como base la observación dentro de los lineamientos del método científico determinando cómo a partir de unos pocos reflejos y mediante procesos de condicionamiento, se obtiene la enorme gama de conductas de los seres humanos. Watson pensaba que los humanos ya traían, desde su nacimiento, algunos reflejos y reacciones emocionales, y que todos los demás comportamientos se adquirían mediante la asociación estímulo-respuesta; lo cual estaba condicionado por el entorno.

Watson se interesa principalmente por el *molecularismo y reduccionismo* teórico. Se detiene en la idea de que el comportamiento no es más que la combinación de reacciones más simples, de moléculas constituidas por cada uno de los movimientos físicos. En efecto, los principios de composición de las unidades simples en unidades complejas no modifican la naturaleza de las primeras, sino que simplemente las componen. Los principios a que refiere Watson son la frecuencia, la proximidad y el condicionamiento. Tales principios nos dicen que cuanto más recientemente se ha verificado una asociación, aumentará la probabilidad de verificación.

Al analizar las emociones, Watson expresaba la idea de que el miedo, la rabia y el amor son emociones elementales y se definen partiendo de los estímulos ambientales que las provocan. Las mismas leyes que regulan el aprendizaje emotivo constituyen la base de las demás adquisiciones y, en particular, de los llamados “hábitos”. En relación con la aprehensión del lenguaje, este autor mencionaba que el punto central estaba representado por el hecho de que la actividad de pensamiento era un resultado de los aprendizajes comunicativos y no tenía por sí mismo importancia ni interés cognoscitivo.

Otro autor importante para el conductismo es Skinner el cual introduce la idea de condicionamiento operante. El organismo está en proceso de “operar” sobre el ambiente. Durante esta “operatividad”, el organismo se encuentra con un determinado tipo de estímulos, llamado estímulo reforzador. Este estímulo especial tiene el efecto de incrementar el operante; esto es, el comportamiento que ocurre inmediatamente después del reforzador. Esto es el condicionamiento operante: el comportamiento es seguido de una consecuencia, y la naturaleza de la consecuencia modifica la tendencia del organismo a repetir el comportamiento en el futuro.

Bandura por su parte, sugirió que el ambiente causa el comportamiento pero que también sucede lo contrario, a esto lo llamó determinismo recíproco: el entorno y el comportamiento dependen uno del otro. Empezó a considerar a la personalidad como una interacción entre tres cosas: el ambiente, el comportamiento y los procesos psicológicos de la persona. Estos procesos consisten en nuestra habilidad para abrigar imágenes en la mente y en el lenguaje.

Desde el momento en que introduce la imaginación en particular y el lenguaje en general, se acerca a las corrientes cognitivistas; lo que le permite ahondar en el aprendizaje por la observación (modelado) y la auto-regulación llegando a lo que se denominó la teoría social del aprendizaje incluyendo variables como la atención en niveles o grados de eficiencia, la retención que incluye la imaginación y el lenguaje, la reproducción que involucra el perfeccionamiento a partir de lo imaginado y la motivación que tienen que ver con las razones o reforzamientos para imitar.

Otro aspecto importante es la experiencia en la vida cotidiana como parte esencial del aprendizaje. Así se plantea la indagación como la necesidad de acercarnos a esta realidad y lo inmanente en ella como trascendente e importante y con esto, las categorías a tener en cuenta en los procesos de enseñanza-aprendizaje; desde los imaginarios, las prácticas y la experiencia. El sentido común entonces, guarda información milenaria que permite a las y los estudiantes y profesores, expresar espontáneamente sus interpretaciones alrededor de cierto problema que genera una construcción de la realidad particular (Berger y Luckmann, 2005), en cierto sentido, un paradigma de virtualidad de donde emergen relaciones e interacciones cara a cara, construcción de la realidad, hábitos - rutinas, reglas – normas, creencias – gustos, problemas, recetas, espacio – tiempo, lenguaje, conocimiento, sentido común y cultura.

La experiencia de la vida cotidiana es escenario único de aprendizaje, ya que es en ella en la que transcurre el día a día. Es en ese transcurrir que se construye la realidad, el aquí el ahora, en el tiempo y el espacio presentes, en las relaciones cara a cara, en las reglas y las normas, en los hábitos y las rutinas, en los gustos y creencias, en las tipificaciones, en los símbolos, en la comunicación, en las relaciones e interacciones que se establecen.

La vida cotidiana se traslapa en el lenguaje que comparto con mis semejantes, por lo tanto su comprensión es esencial para cualquier comprensión de la realidad (Estrada, 2006). Sencillamente en cualquier momento, puede actualizarse todo un mundo a través del lenguaje como lo plantean Berger y Luckmann en "La construcción social de la realidad".

Al tener una experiencia sensible con el mundo, surge el deseo, una energía activa, una voluntad por construir, por crear. El deseo es el mediador en la creación, de su ambición depende el desarrollo y el rumbo del lenguaje; la articulación del deseo con otros impulsos mentales y emocionales. Así, se efectúa en un proceso que se origina en un universo creativo o territorio poético (Montes, 2001). De allí que el aprendizaje está íntimamente asociado, relacionado y mimetizado con el ejercicio creativo.

Por tanto, los lenguajes creativos-aprehensivos son el resultado de un proceso de elaboración (actividad creadora) que se generan en ese universo o en ese territorio, los cuales parten de la individualidad, de la experiencia y de su complementariedad en lo colectivo. El territorio poético es un lugar vital, un lugar en construcción que habita la tercera zona o lugar potencial

(Winnicott, 1993). La tercera zona es donde se hace presente el proceso creativo, donde se realizan los procesos del pensamiento y el desarrollo de la imaginación. Esta tercera zona no se hace de una vez y para siempre. Se trata de un territorio en constante conquista, nunca conquistado del todo, siempre en elaboración, en permanente hacerse; por una parte zona de intercambio entre el adentro y el afuera, entre el individuo y el mundo, pero también una única zona liberada. El lugar del hacer personal.

La tercera zona se nutre del mundo subjetivo y del mundo exterior, pero estos dos mundos son divididos por la frontera indómita, la cual no depende solo de la subjetividad o solo del mundo exterior; en ella se integran las experiencias del mundo público y el mundo privado. Esta frontera no está bajo ningún dominio, no es domesticada, no pretende domesticar y es en ella, donde interactúa la memoria y las experiencias del ámbito de la vida cotidiana; que como se sabe, construyen la realidad a partir de las interacciones, de los hábitos, las creencias, de los gustos, entre otros. Estos ámbitos se vinculan con la cultura y con los afectos de cada persona, de la intersección entre lo público y lo privado.

La actividad creadora es un proceso de composición complejo, una génesis de una larga gestación llevada a cabo por dos impulsos, el reproductor, liderado por la experiencia y por la memoria. Este primero impulso consiste en que el hombre produce o repite normas ya creadas. El segundo impulso es la acción de combinación y creación, actividad donde se forma una idea o una imagen (Vigotsky, 2003).

La actividad creadora nace de una percepción interna y exterior sobre impresiones percibidas de la realidad, al tener esa percepción, existe un proceso disociador en el que surgen cambios de las impresiones. Los cambios dan pie a un proceso de asociación, que conlleva a la materialización o cristalización de la imaginación. La actividad creadora es liderada por imaginación, combinación y modificación de las impresiones sobre la realidad, es decir hay una vinculación existente entre fantasía y realidad.

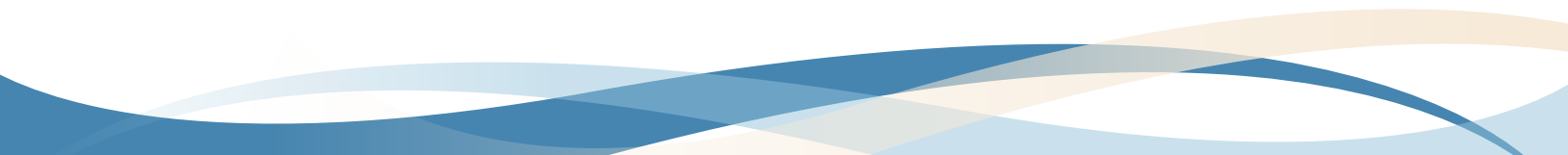
La vinculación entre la fantasía y realidad es una acción necesaria del cerebro y no un capricho del mismo. Ésta se da por medio de los siguientes procesos de pensamiento: a) La imaginación que se apoya en la experiencia e influye en los sentimientos, la creación que se fundamenta siempre en materiales tomados de la realidad, es decir, la fantasía no está contrapuesta a la memoria, al contrario se alimenta de ella. b) La experiencia se apoya en la fantasía, se integran elementos elaborados y modificados de la realidad. c) Un enlace o factor emocional donde toda emoción tiende a manifestarse ligado a los estados de ánimo.

Frutos de la imaginación, es la combinación entre los elementos de la realidad y los elementos propios, la materialización, la fuerza activa, modificadora que vuelven a la realidad.

La imaginación y la fantasía son un medio para ampliar y enriquecer la experiencia del hombre, y estas a su vez amplían su actividad creadora. Cuanta más rica sea la experiencia humana mayores elementos se tendrán para combinar, crear e imaginar.

La actividad creadora se insiere dentro de un universo creativo, que conduce a la cristalización de la imaginación por medio de la forma (visual, auditiva, corporal, entre otras). Al materializarse parte del proceso creativo, existe una persona, el otro, que al entrar en contacto con la forma, éste también se inserta en un territorio poético, en un proceso creativo, de construcción.

Concluyendo, el proceso creativo aunque se llegue a materializar, continua construyendo territorios poéticos, lo que nos lleva a pensar, que el proceso de aprendizaje se comporta de forma rizomática, denotando pensamiento e imaginación.



2. La complejidad

En esta sección nos concentraremos en definir las principales propiedades del pensamiento complejo. Se referencia en primer lugar el trabajo de Edgar Morín en la *Introducción al pensamiento complejo* y el artículo titulado *Sistemas de Complejidad. Nuevo paradigma de lo Artificial* escrito por José Jesús Martínez.

2.1 Teoría de Sistemas

Antes de iniciar el estudio de los Sistemas Complejos (S.C) debemos hablar de la Teoría de Sistemas. Esta teoría fue propuesta por el biólogo Ludwig Von Bertalanffy en los años cuarenta del siglo XX, quien reaccionando contra el reduccionismo, trató de revivir la unidad de la ciencia. La idea es que los conceptos y los principios de organización que fundamentan las diferentes disciplinas científicas permiten una base para su unificación. Enfatizó en que los sistemas reales son abiertos e interactúan permanentemente con el ambiente y que pueden adquirir nuevas propiedades a través de la emergencia, resultante de la evolución continua. En lugar de reducir las propiedades de un sistema a las propiedades de sus partes, la teoría de sistemas se enfoca en la conformación y las relaciones entre las partes que las conectan en un todo. Los desarrollos de la teoría de sistemas son diversos y parten del concepto clásico de sistema, que incluyen las definiciones siguientes:

- a) *Sistema*: Conjunto organizado de partes, subsistemas, o agentes interdependientes que interactúan. Se distinguen, para propósitos teóricos dos tipos de sistemas cerrados y abiertos.
- b) *Sistema cerrado*: Es un sistema que no recibe retroalimentación del medioambiente.
- c) *Sistema abierto*: Es un sistema que recibe retroalimentación del medio ambiente que le permite cambiar su estructura para mejorar su comportamiento. Son sistemas adaptativos. En el caso del teléfono, si bien el teléfono por sí mismo no cambia su estructura, lo hace el hombre, ante los cambios en el ambiente.
- d) *Entradas*: Son las excitaciones al sistema. Una de esas excitaciones puede ser la retroalimentación del medio ambiente sobre el cual actúa el sistema.

- e) *Proceso*: Recibe las excitaciones al sistema y a través de una serie de interacciones entre los subsistemas componentes, genera una serie de comportamientos.
- f) *Salidas*: Es el comportamiento del sistema cuando se le aplican las excitaciones de entrada. *Ambiente*: Es el medio dentro del cual se comporta el sistema. Posteriormente profundizamos en esta definición.
- g) *Teleonomía*: Todos los sistemas tienen un objetivo único y definido, de tal manera que su estructura y comportamientos están en función de ese objetivo.
- h) *Proceso*: Todas las actividades que realiza el sistema para el logro de sus objetivos o cumplimiento de su objetivo.

2.2 Sistemas Lineales

Nuestro comportamiento frente a las situaciones diarias responde a que nuestra interacción se realiza en la zona lineal de un conjunto de lógicas y pensamientos algorítmicos. Este comportamiento comúnmente se asocia directamente con la eficiencia. Un sistema es lineal si cumple la característica de Superposición y Homogeneidad.

- a) *Superposición*. Si al excitar el sistema con una señal de entrada a se produce una señal de salida b ; y si al excitar el sistema con una señal de entrada c se produce una señal de salida d ; entonces cuando el sistema se excita con una entrada $a + c$, el sistema produce una salida $b + d$.
- b) *Homogeneidad*. Si al excitar el sistema con una señal de entrada a produce una señal salida b , y si se excita el sistema con una señal de entrada ea , donde $e > 0$ es un multiplicador, el sistema produce una señal salida eb .

En general los fenómenos de la naturaleza no son lineales. Los Sistemas Lineales se utilizan por el desarrollo histórico de la matemática, pues la ciencia se fundamenta en la matemática disponible.

Nuestra actuación se rige por reglas que a veces pueden ser discutibles. Ahora, desde el punto de vista de la fundamentación formal, la ciencia normalmente solo considera aspectos simplificados de la realidad. Abstrae un subconjunto de propiedades del fenómeno que estamos estudiando y desarrolla fórmulas matemáticas, que de alguna manera modelan y predicen su comportamiento. Sin embargo, muchos de los comportamientos que queremos estudiar no son apropiados para este tipo de simplificación, pues surgen como el resultado de interacciones complejas entre muchas partes individuales similares o diferentes. En esta categoría se encuentra la vida y todos sus componentes. El campo de los Sistemas Complejos (SC), que a continuación se trata es el de los sistemas adaptativos complejos, concentrándonos no solo en los subsistemas, sino en sus interacciones y la dinámica del sistema.

2.3 Introducción a los sistemas complejos

Un Sistema Complejo (S.C.), desde el punto de vista del modelo conexionista, se considera como una red adaptativa de subsistemas, donde cada uno de los subsistemas se encuentra en un estado determinado, y está unido unidireccional, bidireccional o multidireccionalmente, a otros subsistemas. Las uniones se conocen como nodos, elementos, o agentes. Los arcos también se conocen como conexiones, enlaces o canales. Ésta es una definición recursiva. A cada uno de los agentes que conforman un S.C, se le puede aplicar la misma definición. Los S.C cumplen con las siguientes propiedades:

2.3.1 Esquema

Un S.C. es cualquier sistema que incluye un número de agentes agrupados siguiendo un esquema, que se conforma satisfaciendo las leyes correspondientes a la naturaleza del sistema. Estos esquemas siguen procesos de cambio que no se pueden describir por una sola regla ni se pueden reducir a solo un nivel de explicación, pues incluyen la generación de comportamientos cuya emergencia no se puede predecir a partir de las características de los componentes del sistema, debido a que se presentan diferentes interacciones entre ellos.

Cada S.C. está enfrentando permanentemente un ambiente, de esta confrontación surge una retroalimentación. Cuando esta retroalimentación se refuerza, afecta directamente el esquema del SC que repercute en el patrón del S.C., esto lleva a dos visiones del sistema. Una es la visión lineal del S.C. que se desplaza en el tiempo por una recta que va del pasado al futuro, donde el presente es un punto de esta línea. La otra visión es la de un círculo en el cual va cambiando el esquema del S.C. Si integramos estas dos visiones encontramos lo que realmente sucede, en el transcurso del tiempo, el S.C. va cambiando su esquema. El S.C. de hoy no es exactamente el S.C. de ayer, ni será exactamente el mismo S.C. de mañana.

2.3.2. Emergencia

Se había visto que el cambio en el esquema del S.C. obedece a una retroalimentación reforzada de su relación con el medio ambiente. De manera que lo que se espera es que el cambio de patrón del S.C. de alguna manera corresponda con esta retroalimentación. Y realmente es así, el S.C. cambia de patrón, con el fin de que su comportamiento supere las restricciones que le presenta el ambiente o de lo contrario desaparece. Estos nuevos comportamientos emergen del cambio de esquema del sistema, que es como ha sucedido en el transcurso del tiempo con todos los seres vivos. Se define entonces emergencia como el comportamiento de un S.C. resultante de la interacción de muchos subsistemas, que no se puede predecir a partir del comportamiento de los subsistemas componentes.

2.3.3 Ambiente

La supervivencia de un S.C. depende de cómo su cambio de patrón le permite afrontar adecuadamente el ambiente. Esta es la situación permanente de un S.C., su supervivencia está ligada a como se reestructura para afrontar el ambiente. Pero hemos hablado de ambiente como si fuera algo estático. Definimos el ambiente de un S.C. como su interacción con otros S.C. El ambiente cambia permanentemente, pues así como varía un S.C. están variando todos los S.C.s de su entorno, cambiando las interacciones. Este cambio incluye la aparición de nuevos S.C.s y la desaparición de otros

2.3.4 Orden y Caos

Este cambio permanente en el esquema se considera como un ciclo que va del orden al caos, y del caos al orden. El orden es el esquema actual y el caos el proceso para llegar a un nuevo esquema. El orden permite que se almacene experiencia y el caos la posibilidad de llegar a un nuevo esquema que confronte mejor el ambiente. Se dice entonces que los S.C. están al borde del caos, pues no pueden ser tan ordenados porque no avanzan hacia nuevos patrones ni tan caóticos que no puedan retener experiencia.

Otra forma de ver el cambio de la estructura es a través del concepto de entropía, en el contexto de sistemas hace referencia al orden. En la medida que aumenta el orden de un sistema disminuye su entropía. Al cambiar la estructura del S.C. para afrontar el medio ambiente, hay un aumento en el orden del S.C., decir baja su entropía. En los S.C., hay una disminución permanente de la entropía en el tiempo. La vida es un proceso de ordenamiento permanente, hace que la entropía disminuya.

2.4 Características de un S.C.

2.4.1 Auto- Organización

Como vimos los S.C. tienden a una mayor organización y ordenamiento de sus estructuras, lo que se hace a través del proceso evolutivo, que lleva un S.C. de un esquema estable a otro. Aquí es importante analizar cómo se realiza este proceso de transición. Bajo el concepto de auto-organización un S.C. ahora se nos presenta como un conjunto de procesos, coherentes, evolutivos e interactivos que se manifiestan temporalmente en patrones globalmente estables.

Primero se comportan como un todo, como una entidad y además, tienen una meta que cumplir, de manera que su patrón no sólo se debe a la retroalimentación reforzada sino que incluye una causalidad interna. Un S.C. recibe energía disponible del ambiente que lo lleva

fuera de equilibrio a través de la disipación irreversible de esa energía. Una vez la distancia de ese equilibrio alcanza un umbral crítico, el *viejo* patrón se vuelve inestable y a través de la disipación de más energía, el sistema responde con la emergencia espontánea de un nuevo comportamiento que organiza y mantiene el nuevo patrón logrado. Por lo tanto podemos ver la emergencia de patrones auto-organizados como una respuesta de los S.C. para continuar cumpliendo su meta. A la larga, todo S.C. no puede mantener la cohesión de sus componentes y desaparece. Desde otro punto de vista, es una reconfiguración del sistema complejo, según el Principio Darwinniano de Selección Natural, con base en leyes: físicas, químicas, biológicas, psicológicas, sociológicas, económicas, políticas, de mercado y otras. Otra característica es la viabilidad la cual consiste en la capacidad de un sistema complejo para mantenerse y sobrevivir dentro de ciertos límites debido a cambios ambientales siendo un resultado de la Auto-organización. En caso de que la Auto-organización no logre la viabilidad del S.C. desaparece.

2.4.2. Sinergia

Se define sinergia como el resultado de la auto-organización y la coevolución de estructuras emergentes complejas. Aprovechan el comportamiento de los subsistemas que los componen para producir otros comportamientos emergentes. Por el principio de sinergia, el comportamiento del sistema no se puede predecir a partir del comportamiento de sus elementos. Es por esto que los S.C. se deben estudiar y analizar globalmente (**holísticamente**) para conocer su comportamiento. Como campo de investigación la sinergia está orientada a la búsqueda de patrones generales para la formación de nuevas estructuras.

2.4.3. Aprendizaje

Para la interacción del sistema complejo con el medio, éste incluye mecanismos que le permiten almacenar información de las experiencias anteriores con el ambiente. Esto implica que muchas de las respuestas a los mismos estímulos pueden ser diferentes. No hay ni superposición ni homogeneidad. Se presentan dos esquemas de aprendizaje: aprendizaje rápido (Ciclo externo) y aprendizaje lento (Ciclo interno).

- a) *Aprendizaje rápido (Ciclo externo)*. Guarda experiencias de su interacción con el ambiente, que le permiten incluso realizar ensayos y disminuir los errores en las siguientes interacciones. Los cambios en el sistema complejo que le permiten almacenar las experiencias se traducen en cambios en las ponderaciones de los pesos de las conexiones entre los nodos. Se le conoce también como de ciclo externo por qué obedece a estímulos directos del ambiente. Se puede considerar como un aprendizaje para dar respuestas mecánicas, en un ambiente operativo.
- b) *Aprendizaje lento (Ciclo interno)*. Es un aprendizaje que desarrolla por sí mismo el sistema complejo. No espera señales del ambiente, se prepara para sus posibles cambios. Son deducciones o abstracciones alrededor de las experiencias almacenadas. Este

aprendizaje se manifiesta en el sistema por la reestructuración de las relaciones entre grupos de componentes del sistema.

2.4.4. Análisis de Sistemas Complejos.

Desagregación. Cuando nos encontramos ante una situación completamente nueva, la desagregamos en los componentes que conocemos y en los que no conocemos. Luego estudiamos en detalle que componentes no conocemos y así obtenemos un conocimiento más cercano del S.C.

Agregación. Hace referencia a la emergencia de comportamientos de una escala mayor a partir de agregaciones de componentes menos complejos. Los agregados así formados pueden a su vez ser componentes de S.C. de mayor jerarquía.